

Союз Советских  
Специалистических  
Республик



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 955369

(61) Дополнение к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 26.03.81 (21) 3263325/24-07

[51] М. Кл.<sup>3</sup>

с присоединением заявки № -

Н 02 К 1/20

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.08.82. Бюллетень № 32

[53] УДК 621.313.

Дата опубликования описания 30.08.82

.713(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

А.М.Карпов, Л.А.Золотов, Г.А.Борчастнов, А.В.Турин,  
А.М.Шаракин, Т.М.Нэманн и С.С.Мосолов

(71) Заявитель

Научно-исследовательский сектор Всесоюзного ордена Ленина  
проектно-конструкторского и научно-исследовательского  
института "Гидропроект" им.С.Я.Жука

(54) СТАТОР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Изобретение относится к электро-  
машиностроению, а более конкрет-  
но к конструкции статора мощного  
генератора.

Известны конструкции статора  
электрической машины, в которых  
стержни его обмотки закреплены в от-  
крытом пазу с помощью клина [1].

Недостатками такой конструкции яв-  
ляются сравнительно низкая надеж-  
ность закрепления нескольких стерж-  
ней под один пазовый клин и доста-  
точно большая трудоемкость крепления  
стержней при помощи забивки множест-  
ва коротких клиньев.

Наиболее близкой к предлагаемой  
по технической сущности является  
конструкция статора генератора, в ко-  
торой имеются открытые пазы, где  
под клин уложены четыре кабеля и тек-  
столитовый стакан, формирующий мас-  
ляной бак для хладагента. Кабели  
частично размещены в гильзах из изо-  
ляционного материала, причем между  
гильзами и кабелями расположены  
каналы, образованные полными высту-  
пами, размещенными на внутренней по-  
верхности гильзы [2].

Недостатками известной конструк-  
ции являются сравнительно плохое

заполнение паза медью, так как в пря-  
моугольном пазу размещены круглые  
проводники, и недостаточно надежное  
крепление четырех кабелей под один  
пазовый клин.

Цель изобретения - повышение  
надежности статора генератора при  
упрощении сборки.

- 10 Указанная цель достигается тем;  
что в статоре, содержащем шихтованный  
сердечник с пазами и охлаждаемую  
обмотку из высоковольтных заключенных  
в изоляционные гильзы кабелей, рас-  
положенных в каждом пазу в радиаль-  
ный ряд, поверхность каждого паза  
выполнена в виде радиального ряда ци-  
линдрических поверхностей, образую-  
щих сообщающиеся через радиальные  
прорези каналы, в которых расположе-  
ны упомянутые кабели, и в зазоре меж-  
ду гильзами и стенками каналов вдоль  
сердечника установлены изоляционные  
шпильки с продольными каналами, а с тор-  
цов сердечника к гильзам прикреплены  
резьбовые втулки, на которых рас-  
положены гайки, и между торцами сер-  
дечника и гайками расположены шай-  
бы, по меньшей мере одна из которых  
имеет ребра жесткости, образующие

радиальные каналы, сообщающиеся с продольными каналами.

Цилиндрические поверхности паза могут быть также расположены зигзагообразно и соединены прорезями, расположенными по зигзагообразной линии.

На фиг.1 изображены два соседних радиальных ряда фасонных пазов сердечника статора генератора; на фиг.2 - сердечник статора с обмотками; на фиг.3 - сечение А-А на фиг.2; на фиг.4 - второй вариант выполнения фасонных пазов, расположенных радиально-зигзагообразно. Крепление кабелей в этом случае такое же, как показано на фиг.3.

При расположении фасонных пазов радиально-зигзагообразно или в шахматном порядке, как показано на фиг.4, высота зубцовой зоны практически остается неизменной по сравнению с обычной, например, приведенной в качестве прототипа.

Конструкция содержит кабели 1, размещенные в цилиндрической части фасонных пазов 2 статора генератора в изоляционных гильзах 3 с полыми выступами 4, расположенными на внутренней поверхности гильзы 3, в выступах имеются каналы 5 для пропускания хладагента, а пространство между выступами 4 для фиксации кабелей 1 в гильзах 3 залито термореактивным компаундом 6. Со стороны воздушного зазора к активной стали прижимает диэлектрический цилиндр 7. Фасонные пазы 2 выполнены в виде ряда цилиндрических поверхностей, соединенных между собой радиальными прорезями 8 и образующих каналы для пропускания хладагента. Гильза 3 фиксирована в пазу при помощи изоляционных шайб 9, снабженных отверстиями 10 для пропускания хладагента, и закреплена гайками 11, опирающимися на шайбы 12, причем шайбы, прилегающие непосредственно к гайке 11, снабжены ребрами жесткости для образования каналов, по которым пропускается хладагент. Гайки 11 накручены на втулки 13, наклеенные на торцы гильзы 3. Круглая форма цилиндрической части фигурного паза 2 с прорезями 8 наиболее соответствует форме кабеля обмотки статора, создавая хорошее заполнение паза медью и увеличивая занятую сталью площадь, т.е. магнитный поток машины. Наличие прорезей 8 позволяет по желанию конструкторов в довольно широких пределах управлять реактивным сопротивлением рассеяния обмотки статора. Крепление кабелей в пазу 2 с помощью затяжки гильзы 3 гайками 11 не требует какой-либо заливки клиньев, как в случае

традиционного крепления. Кроме того, кабель и пазу вообще не касается непосредственно его стенок, что предохраняет его поверхность от истирания при вибрациях и тем самым значительно повышает надежность работы электрической машины.

Хладагент для охлаждения активной стали и обмотки, особенно в высоковольтной машине, подается следующим образом. Из бака высокого давления, расположенного с одного из торцов машины (не показан), хладагент через каналы 14, образованные ребрами жесткости шайбы 12, протекает в каналы 15, образованные поверхностью цилиндрической части пазов 2 и изоляционными гильзами 3 по всей их длине, в бак низкого давления, расположенный на другом торце машины. Для пропуска хладагента по каналам 15 в шайбах 9 имеются отверстия 10. Баки высокого и низкого давления охватывают корзины лобовых частей машины (не показаны) и герметично соединены с диэлектрическим цилиндром 7 и с корпусом статора машины.

Шихтованная поверхность цилиндрической части фигурного паза 2 предварительно выравнивается с помощью специального цилиндрического шаблона, при помощи которого между ним и шихтованной сталью цилиндрической части паза заливается специальный компаунд. Гладкая поверхность паза значительно облегчает предварительный монтаж гильзы.

Экономический эффект от применения предлагаемой конструкции в основном достигается за счет экономии электроэнергии от удлинения межремонтных периодов, что обусловлено отсутствием необходимости переключки обмотки статора, что приходится делать довольно часто на известных машинах.

#### Формула изобретения

1. Статор электрической машины, содержащий шихтованный сердечник с пазами и охлаждаемую обмотку из высоковольтных заключенных в изоляционные гильзы кабелей, расположенных в каждом пазу в радиальный ряд, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности при упрощении сборки, поверхность каждого паза выполнена в виде радиального ряда цилиндрических поверхностей, образующих сообщающиеся через радиальные прорези каналы, в которых расположены упомянутые кабели, и в зазоре между гильзами и стенками каналов вдоль сердечника установлены изоляционные шайбы с продольными каналами, а с торцов сердечника к гильзам при-

креплены резьбовые втулки, на которых расположены гайки, и между торцами сердечника и гайками расположены шайбы, по меньшей мере одна из которых имеет ребра жесткости, образующие радиальные каналы, сообщаемые с продольными каналами.

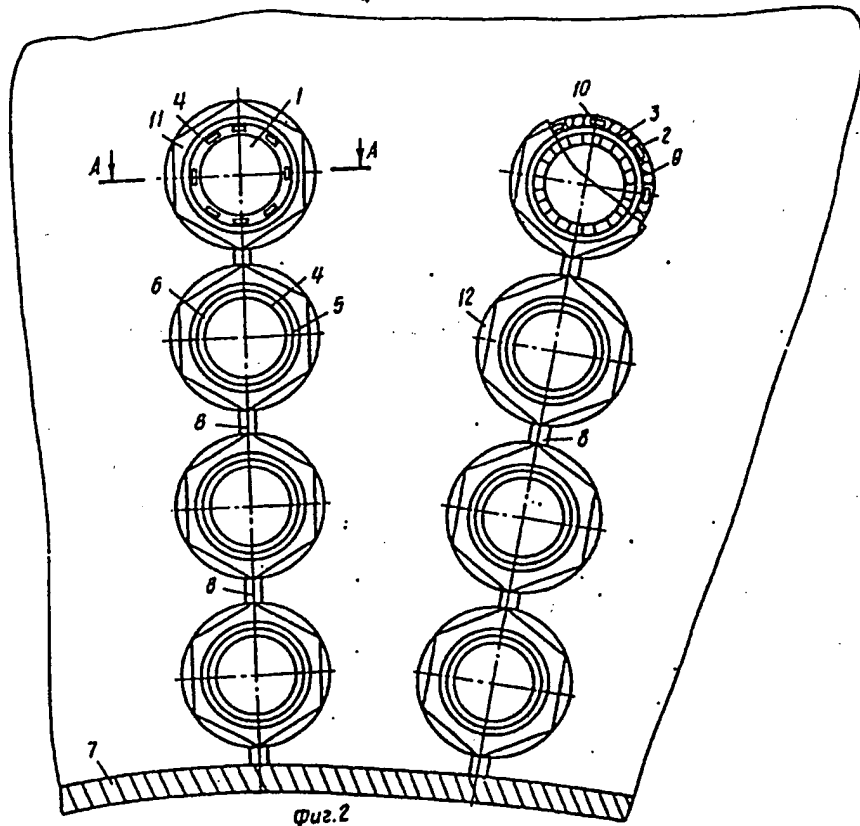
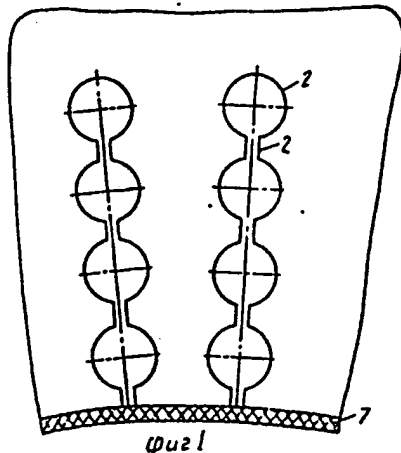
2. Статор электрической машины по п.1, отличающийся

тем, что, цилиндрические поверхности паза расположены зигзагообразно.

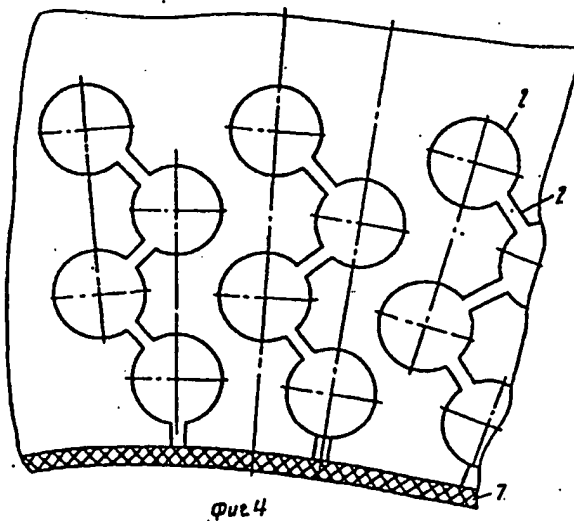
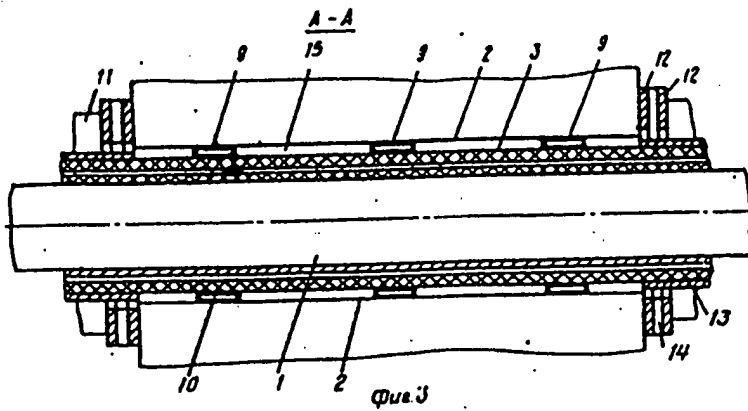
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Тит в В.В. и др. Турбогенераторы. Расчет и конструкция. 1967, с.119.

2. Авторское свидетельство СССР по заявке № 2843451/24-07, кл. Н 02 К 3/24, 1979.



955369



Составитель Л.Карцева  
 Редактор Л.Горбунова Техред Т.Маточка Корректор В.Бутияга  
 Заказ 6465/69 Тираж 721 Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытия  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5  
 Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4

(D8)

D

1/1 - (C) WPI / DERWENT  
AN - 83-709953 „28†  
PR - SU81™263325 810326  
TI - High-power generator stator - has winding cables held in sleeve having radially located slots joined by cut-outs  
IW - HIGH POWER GENERATOR STATOR WIND CABLE HELD SLEEVE RADIAL LOCATE SLOT JOIN CUT-OUT  
IN - BEZCHASTNO G A; KARPOV A M; ZOLOTOV L A  
PA - (GIDR ) SCI SECT GIDROPROEKT RES INST  
PN - ---SU955369--- A 820830 DW8328 004pp  
ORD - 1982-08-30  
IC - H02K1/20  
FS - EPI  
DC - X11  
AB - SU-955369 High-power generator stator reliability is improved with the slotted laminations core and with the cooled h.v. windings in insulation sleeves. The surface of each slot is formed by several cylinders radially located and joined by channels for the winding cables, while insulation discs with longitudinal channels are set between the sleeves and channel walls.  
- The sleeves (3) are held in the contoured slots (2) by the insulation discs (9) exhibiting holes (10) for the flow of the coolant and secured by nuts (11). The cylindrical part of the slots matches the shape of cables (1) forming the stator winding which are fixed in the sleeves by poured-in compound (6). The design ensures max. usage of space for the copper while the slots (2) are joined by cut-outs (8) controlling the leakage reactance of the stator. Bul.32/30.8.82 (4pp Dwg.No.2/4)

SU 955 369

## Electrical machine stator

The invention refers to designing high power generator stators. The traditional design is an electrical machine stator, where winding bars are fixed in an open slot by a wedge [1].

The drawbacks of this design are relatively low reliability of fixing several bars under one slot wedge and rather high labour content due to the necessity of driving in many short wedges.

The closest technical solution in the state of the art is a generator stator design having open slots, where four cables and a laminate container serving as an oil tank for a coolant are laid under a wedge. The cables are partly placed in insulation sleeves with channels between the sleeves and the cables, the channels being formed by hollow bulges situated on the inner sleeve surface [2].

The drawbacks of the existing design are insufficient filling of a slot with copper due to round conductors being placed in a rectangular slot, and low reliability of fixing four cables under one slot wedge.

The purpose of the invention is to increase the generator stator reliability while facilitating the assembling process.

The purpose is achieved as follows: in a stator design containing a laminated core with slots and a cooled high voltage cable winding with cables within insulation sleeves arranged in a radial row in every slot, the surface of every slot is made as a radial row of cylindrical surfaces forming channels connected via radial cut-outs where the above mentioned cables are laid; insulating washers with longitudinal channels are installed within a gap between the sleeves and the walls of the channels along the core; thread bushes which carry nuts are attached to the sleeves from the core ends, and between the core ends and the nuts there are washers, at least one of which has stiffening ribs forming radial channels connected to the longitudinal channels.

The slot cylindrical surfaces can also be arranged in zigzag and connected by cut-outs lying on a zigzag line.

Fig.1 shows two adjacent radial rows of contoured slots of the generator stator core; fig.2 shows the stator core with windings; fig.3 shows the A-A cut of fig.2; fig.4 is the variant of arranging the contoured slots zigzag-radially. The cables in this case are fixed in the same way as shown in fig.3.

When the contoured slots are arranged zigzag-radially or in chess order, as shown in fig.4, the height of the tooth zone is practically the same as usual, for instance, the one taken as a prototype.

The design contains cables 1 arranged in the cylindrical part of contoured slots 2 within insulation sleeves 3 with hollow bulges 4 on the inner surface of sleeves 3; the buldges have channels 5 for the flow of the coolant, and the space between buldges 4 for fixing cables 1 in sleeves 3 is filled by thermoreactive compound 6. From the air gap side, active steel is adjoined by dielectric cylinder 7. Contoured slots 2 are arranged as a row of cylindrical surfaces connected with one another by radial cut-outs 8 and building channels for the flow of the coolant. Sleeves 3 are held in the slots by insulation disks 9 having holes 10 used for the flow of the coolant and are

fixed by nuts 11 carried by washers 12; the washers directly adjoining nuts 11 have stiffening ribs to build channels for the flow of the coolant. Nuts 11 are screwed on bushes 13 which are glued on the ends of sleeve 3. The round form of the cylindrical part of contoured slots 2 with cut-outs 8 matches the shape of the stator winding cable ensuring maximum usage of space for copper and increasing the area occupied by steel, i.e. increasing the magnetic flux of the machine. Cut-outs 8 allow to control within a rather large range the leakage reactance of the stator winding. The securing of the cables in slots 2 by nuts 11, which tighten sleeves 3, does not require any driving of wedges, as in the case of traditional securing methods. Moreover, the cable in the slot does not directly touch its walls, which prevents the cable surface from wearing out as a result of rubbing during vibrations and, thus, increases the electrical machine operation reliability.

The coolant for cooling active steel and winding, which is especially important in a high voltage machine is supplied as follows. From a high pressure tank arranged at one of the machine's ends (not shown), the coolant flows through channels 14 built by the stiffening ribs of washers 12 into channels 15 built by the surface of the cylindrical part of slots 2 and insulation sleeves 3 along their complete length, and into the low pressure tank arranged at the other end of the machine. Insulation discs 9 have holes 10 to let the flow of the coolant along channels 15. High- and low pressure tanks cover the baskets of the machine front parts (not shown) and are hermetically connected with dielectrical cylinder 7 and the stator body of the machine.

The laminated surface of the cylindrical part of contoured slots 2 is preliminarily smoothed out with a cylindrical template, and a compound is poured in between the template and the laminated steel. The smooth slot surface sufficiently facilitates the preliminary sleeve assembling.

The efficiency of the proposed design is achieved primarily by saving electrical energy as a result of longer between-the-maintenance periods due to the fact that the wedging of the stator winding does not need to be renewed, which is normally done often in case of traditional machine designs.

#### *Patent claims*

1. Electrical machine stator containing a slotted laminated core and a cooled winding of high voltage cables enclosed in insulation sleeves with the cables forming a radial row in the slots, *is characterised* by the fact that in order to increase reliability while facilitating the assembling, the surface of every slot is a radial row of cylindrical surfaces building the cable channels communicating via radial cut-outs, and in the gap between the sleeves and the channel walls along the core the insulation discs with longitudinal channels are placed, and on the core ends the sleeves are adjoined to the thread bushes which carry the nuts, and between the core ends and the nuts there are washers at least one of which has stiffening ribs building the radial channels communicating with the longitudinal channels.

2. Electrical machine stator *characterised* by having cylindrical surfaces in zigzag layout.

Information sources taken into account in patent research:

1. Titov V.V. and Co. Designing of turbine generators. 1967, p.119
2. USSR Patent on the application #2843451/2407, kl.H 02 K 3/24, 1979.